



Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo

**Título: Evaluación de las propiedades químicas de un
ecosistema y de dos agroecosistemas aledaños al
Jardín Botánico de Cienfuegos.**

Autor: Epandi Adalberto Epalanga

Tutores: DrC. Nelson Cristóbal Arzola Pina

MSc. Mario Julián Fuentes Gallardo

Curso: 2016-2017

Pensamiento

“El verdadero agricultor tiene que cuidar el suelo: al arar en un terreno inclinado tiene que hacer el surco de acuerdo con eso, porque viene el agua y se lleva toda la capa vegetal, que después quién sabe cuánto tiempo se necesita para recuperarla ...”

(...) Hay que cuidar el suelo. Mucha gente cree que el suelo no vale nada, y el suelo es lo que produce todo...

Fidel Castro Ruz....

(1963)

Agradecimientos

- A Dios mi señor y salvador por su bendición.
- A mi mama por ser la razón de mi existencia.
- Al Dr. Héctor García por haber hecho con que este sueño se tornara realidad.
- A mis fallecidos padre y abuelo por ser la luz que me guiaran por siempre, muchísimas gracias.
- Al tío y gran amigo de la familia, su excelencia el Dr. Jorge Chicote, muchísimas gracias por el apoyo incondicional.
- A mis tíos y tías Madaleno Tadeu, Jorge Epalanga, Suzana Tadeu, muchas gracias por todo.
- A mi abuela que durante mucho tiempo ha sido en mi vida la única figura materna, muchas gracias por hacerme el hombre que soy hoy.
- A mi amada esposa Yarenis Trujillo Epalanga
- A mis hijos por haber contribuido al hombre responsable que soy.
- A mis tutores el DrC. Nelson Cristóbal Arzola Pina y el MsC. Mario Julián Fuentes Gallardo por sus trabajos abnegados y apoyo incondicional en todo momento.
- A mis amigos por su ayuda emocional y preocupación para culminar este proyecto.
- A todos los profesores que me han ayudado en mi formación y por todos los conocimientos adquiridos. A todos los que de alguna forma han contribuido con su apoyo directo o indirecto muchas gracias; este logro también es vuestro.

A todos, Muchísimas Gracias...

Dedicatoria

A mi papa, a mi abuelo en memoria por su ayuda incondicional siempre, y a mis valientes y lindos hijos con todo mi amor.

Resumen

Con el objetivo de determinar la influencia del uso de suelos sobre las propiedades químicas de este, se realizó una investigación no experimental entre marzo 2015-mayo 2017, en áreas del Jardín Botánico y aledañas al mismo en el municipio Cienfuegos; para ello se determinó el contenido químico en un ecosistema natural (bosque) y dos agroecosistemas (silvopastoril y cultivos varios). Se emplearon métodos teóricos y prácticos con la aplicación de técnicas de revisión de documentación, la observación y métodos analíticos de laboratorio. Las variables evaluadas fueron calcio, magnesio, potasio, sodio, fósforo y potasio asimilable, acidez (pH Clk, pH en H₂O) y acidez hidrolítica. El procesamiento y validación de la información obtenida se realizó con los paquetes estadísticos InfoStat versión 2009 de la FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina y el SPSS versión 21 para Windows, los estadígrafos analizados fueron la media aritmética, el coeficiente de variación y el error típico. Se obtuvo como resultado que en el bosque se encontraron los valores más altos de bases cambiables y menor acidez y en el área de cultivos varios ocurre lo contrario, corroborándose así la influencia que tiene sobre las propiedades del suelo los diferentes usos del mismo.

Palabras clave:

Evaluación, manejo, prácticas adecuadas, uso de suelos.

Summary

With the objective of determining the influence of the use of floors on the chemical properties of this, he/she was carried out a non-experimental investigation among March 2015-May 2017, in areas of the Botanical Garden and alledañas to the same one in the municipality Cienfuegos; for it was determined it the chemical content in a natural ecosystem (forest) and two agroecosistemas (silvopastoril and several cultivations). theoretical and practical methods were used with the application of technical of documentation revision, the observation and analytic methods of laboratory. The evaluated variables were calcium, magnesium, potassium, sodium, match and assimilable potassium, acidity (pH Clk, pH in H₂O) and acidity hidrolítica. The prosecution and validation of the obtained information was carried out with the statistical packages InfoStat version 2009 of the FCA, National University of Córdoba, Argentina and the SPSS version 21 for Windows, the analyzed statisticians was the arithmetic stocking, the variation coefficient and the typical error. It was obtained as a result that in the forest they were the highest values in bases changeable and smaller acidity and in the area of several cultivations it happens the opposite, being corroborated this way the influence that has about the properties of the floor the different uses of the same one.

Key Words:

Evaluation, handling, appropriate practices, use of floors.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo 1 Revisión bibliográfica.....	5
1.1 El Recurso Suelos.....	5
1.2 Degradación de los suelos	6
1.3 Principales factores limitantes de la productividad de los suelos	9
1.4 Propiedades Químicas del suelo.	10
1.5 Sistema de medidas de Conservación y Mejoramiento de suelos	11
1.6 Degradación de los Suelos y su manejo.....	12
Capítulo 2 Materiales y Métodos.....	15
2.1 Caracterizar el bosque natural y los dos agroecosistemas objeto de estudio.	16
2.2. Evaluar el comportamiento de las propiedades químicas del suelo bajo tres usos diferentes.	17
2.3. Definir la relación existentes entre las propiedades químicas de los suelos en las profundidades 0-20 y 20-40 centímetros.	19
Capítulo 3 Resultados y Discusión.....	20
3.1. Caracterización del bosque natural y los dos agroecosistemas objeto de estudio.	20
3.2 Evaluación del comportamiento de las propiedades químicas del suelo bajo tres usos diferentes.	24
3.3 Definición de las relaciones existentes entre las propiedades químicas de los suelos en las profundidades 0-20 y 20-40 centímetros.....	33
CONCLUSIONES.....	37
RECOMENDACIONES.....	38
Bibliografía.....	39
Anexos: No.1 Perfiles de suelos estudiados.	44

Anexo 2. Composición de la vegetación en el área estudiada del ecosistema.	56
Anexo 3	58

INTRODUCCIÓN

Hernández et al., (2014) afirman que el suelo en condiciones naturales de los ecosistemas adquiere propiedades en equilibrio con el medio, generalmente con buen contenido de materia orgánica, estructura de los agregados, consistencia, porosidad y buena actividad biológica.

El suelo es un cuerpo natural que conforma el hábitat de bacterias, hongos, levaduras, virus y plantas superiores, entre otros, que sirve para la alimentación de los animales y del hombre a través de los ciclos tróficos. El suelo y los microorganismos mantienen los sistemas ecológicos ya que le aportan componentes químicos y minerales (como resultado de la biodegradación); y complejos orgánicos como ácidos húmicos y fúlvicos, enzimas, vitaminas, hormonas y antibióticos; además, albergan una rica reserva genética (Fernández, 2015).

El suelo, es uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta la humanidad y está considerado como uno de los elementos del ambiente más afectado por el uso y manejo deficientes, sobre todo en la agricultura tropical. Se conoce que es mucho más fácil destruirlo que construirlo, puesto que para su formación se requiere de muchos años, pero el hombre con su explotación inadecuada puede degradarlo en poco tiempo (Urquiza, 2005).

“La degradación del suelo constituye el primer problema ambiental de Cuba; es el recurso natural con mayor deterioro en el archipiélago, ello es resultado de un siglo de explotación sin aplicar medidas que favorezcan la protección de la tierra, y del empleo de tecnologías agresivas como el uso de pesadas máquinas y sistemas de riegos ineficientes o inadecuados para las características de los suelos del País. La deforestación, el sobre pastoreo, las violaciones en la aplicación de las tecnologías para el uso y manejo de este recurso y la no aplicación de medidas para su conservación y mejoramiento, nos han llevado a esta situación” (Tamayo, 2005).

Lo anterior pone de manifiesto lo acertado de los criterios vertidos por (Altieri, 2001). “La sostenibilidad de la agricultura es una necesidad del mundo contemporáneo y se

ha convertido en una de las premisas para el bienestar de amplios sectores de la población en los países en desarrollo”.

A criterio de Font (2014), es a partir de las últimas décadas que la humanidad ha tomado conciencia del problema y Cuba por suerte posee las herramientas y la voluntad política para contrarrestar esta tendencia; nuestra política para mitigar la degradación, detenerla y luego recuperar este recurso comienza desde la creación en 1965 el Instituto de Suelos (INS) del MINAG y se sustenta en el Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos (PNMCS).

Socarrás & Izquierdo (2014) consideran que la agroecología, más allá de la producción del sistema, propone una estrategia para diseñar agroecosistemas que sean productivos, resilientes, estables y sostenibles, por ello el manejo del suelo y el uso de plantas de cobertura son prácticas importantes en este sistema, con el creciente interés de los agricultores que buscan el aumento de su rentabilidad, la mejoría de la calidad de vida en el medio rural y la preservación de la calidad productiva del suelo a largo plazo, por lo que es necesario generar información sobre la contribución de esas prácticas en la manutención de la calidad del suelo.

Desde el punto de vista de la producción agroecológica, es esencial el uso de especies de plantas que produzcan alta calidad y cantidad de masa seca, como prácticas que permiten la reducción de la preparación del suelo. No obstante, es necesario evaluar el impacto real de estas especies de cobertura y prácticas de manejo del suelo bajo este sistema de producción, en virtud de mantener o elevar la fertilidad del suelo en áreas bajo producción agroecológica y mejorar los rendimientos de los cultivos comerciales (Ferreira et al, 2011).

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente reporta en el 2000, citado por (González et al, 2014) que en Cuba la degradación de los suelos ha estado influenciada históricamente por el mal uso y manejo de las tierras por el hombre, lo que ha originado que del área total de tierras el 14,1 % estén afectadas por salinidad, un 23,9 % por erosión, en el 14,5 % actúan ambos factores a la vez y el 7,7 % presenta degradación de la cubierta vegetal.

En las últimas décadas, la pérdida de las funciones ecosistémicas asociadas al rol del suelo en la naturaleza, han sido descritas como una pérdida de la “calidad” del mismo y lamentablemente, la calidad no puede ser determinada por un parámetro simple, sino por un conjunto de ellos, o “conjunto mínimo de datos” (MDS) por sus siglas en inglés (Azero et al, 2016).

Vallejo, 2013 considera que si se tiene en cuenta que la degradación de los suelos es uno de los principales problemas globales que sufre hoy la humanidad, se puede comprender por qué los científicos se enfrentan al reto de mejorar la calidad de este recurso. Además, expresa que, con el uso de los sistemas convencionales de agricultura, se descuidó mucho la importancia de mantener en el mismo el equilibrio químico (entre nutrientes); todo ello trajo consigo un desequilibrio en el ecosistema que ocasionó la erosión y su degradación.

Hernández et al. (2014) Asegura que con la actividad del hombre en la producción de alimentos, los suelos cambian en sus propiedades físicas y químicas, situación a la que se le viene prestando atención desde los años 50 en algunos trabajos, mayormente en Europa, investigaciones que han cobrado mayor auge en los últimos 20 años con buenos resultados sobre los problemas relacionados con la influencia antropogénica en el cambio de estas.

Las propiedades químicas en un suelo son aquellas que nos permiten reconocer ciertas cualidades del suelo cuando se provocan cambios químicos o reacciones que alteran la composición y acción de los mismos, corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macro y micro nutrientes, entre ellos: Nitrógeno (N^+), Fósforo (P^+), Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}), Potasio (K^+), Sodio (Na^+) y los micro nutrientes Hierro (Fe^{2+}), Manganeseo (Mn^{2+}), Cobre (Co^+); Boro (B^+) y Cloro (Cl^+). (MINAG, 1982).

Estudios realizados en el territorio, como los de (Castañeda, 2002) y (Fuentes & Águila, 2016) han evaluado el comportamiento de algunas propiedades químicas del suelo en áreas de bosques (el primero de ellos) y en áreas de cultivos varios, el otro autor, pero no de forma comparativa entre diferentes usos de suelo.

Con este estudio, se pretende evaluar la influencia de tres usos diferentes de suelo en el comportamiento de las propiedades químicas del mismo para conocer, cómo influyen los diferentes manejos que se llevan a cabo en los mismos en el comportamiento o variabilidad de sus propiedades.

Problema Científico

¿Cómo será el comportamiento de las propiedades químicas del suelo en diferentes tipos de uso?

Formulándose como **Hipótesis:**

Evaluando el comportamiento de las propiedades químicas del suelo, se podrá conocer la influencia del uso de suelos sobre ellas.

Para dar respuesta a la hipótesis formulada se establecen como

Objetivo general

Evaluar el comportamiento de las propiedades químicas del suelo en un ecosistema de bosque natural del Jardín Botánico de Cienfuegos y dos agroecosistemas en áreas aledañas.

Objetivos específicos

Caracterizar el bosque natural y los dos agroecosistemas objeto de estudio.

Evaluar el comportamiento de las propiedades químicas del suelo bajo tres usos diferentes.

Definir las relaciones existentes entre las propiedades químicas de los suelos en las profundidades 0-20 y 20-40 centímetros.

Justificación

Este estudio permitirá conocer cómo varían las propiedades químicas de un suelo sometido a tres usos diferentes (bosque, silvopastoreo y cultivos varios), lo que resulta de interés práctico para el mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

Capítulo 1 Revisión bibliográfica

1.1 El Recurso Suelos

Para Hernández et al., (1999) la génesis del suelo es un conjunto de fenómenos químicos, físicos y biológicos que ocurren en él y determinan una u otra composición y propiedades de la masa de éste. Citando a (Dokuchaev, 1989) expresan “el conocimiento de los suelos es el medio de dominarlos y dirigirlos con objetivos aplicados a la agricultura, la silvicultura, la higiene y el mejoramiento”.

Continúan expresando que en posteriores trabajos de sus seguidores quedó bien aclarado el papel y la importancia de cada factor en la formación del suelo, así como, el establecimiento de la correlación y la interdependencia que existe entre los mismos, fundamentándose por primera vez el sexto factor formador, que es la actividad productiva del hombre, criterio que se ha reforzado en los últimos 60 años, debido al aumento que ha cobrado a nivel mundial la degradación de los suelos a partir de 1945.

Urquiza et al. (2011) consideran que el suelo es un medio complejo y dinámico que evoluciona bajo la influencia de factores externos (hidrosfera, atmósfera y biosfera). Sus propiedades se adquieren progresivamente bajo la acción combinada de esos factores: la roca madre se altera bajo la influencia del clima y de una vegetación pionera, la materia orgánica se mezcla al suelo, los minerales de la roca se alteran, la materia orgánica se degrada lentamente primero en humus fresco, finalmente en ácido carbónico, agua, amoníaco y nitratos.

Arzola et al. (2013) consideran al suelo como un cuerpo natural compuesto de una parte sólida (materia mineral y orgánica), líquido y gaseoso que se presenta en la superficie de la tierra y presenta horizontes o capas y está en capacidad de sostener la vida. Dicho término ha tenido varias acepciones según la actividad del hombre de que se trate: para un agricultor, es el lugar donde sembrará y cosechará; para un geólogo, la capa de la litosfera que él estudia; para un constructor, el sitio donde se

ubicarán sus construcciones; para un agrónomo, el sustrato donde existen sus cultivos.

Huerta 2010 lo define como un componente fundamental en los ecosistemas terrestre para la nutrición y soporte de las plantas. Su conservación y buen manejo depende de la sostenibilidad de la producción de alimentos y la seguridad alimentaria de las futuras generaciones. (Vandermeer, 2011). Actúa como medio filtrante amortiguador y transformador; es el hábitat de miles de organismos y es donde se llevan a cabo los ciclos biogeoquímicos.

El Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), reporta en el 2014 que los cambios de las propiedades físicas, químicas y biológicas que se producen en los suelos de Cuba se deben a las acciones del hombre y/o por la acción del cambio climático, los daños causados por estas actividades antropogénica estuvieron relacionadas con el desarrollo social y científico técnico del país.

Hernández, (2004) expresa: “Como es conocido, en los suelos se producen cambios de sus propiedades por la acción del hombre y/o por la acción del cambio climático, desde el punto de vista de la acción antropogénica podemos decir que los cambios más fuertes tuvieron lugar en dos etapas diferenciadas relacionadas con el desarrollo social y científico técnico de Cuba”.

En el caso estudio que nos ocupa se evidencia lo expresado por el autor ya que a pesar de encontrarse en la zona estudiada un solo tipo de suelo, este no muestra uniformidad en el comportamiento de sus propiedades a simple vista, ello relacionado al diferente manejo que se hace de este recurso por practicarse usos diferentes como proceso productivo.

1.2 Degradación de los suelos

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) y el Instituto de suelos (IS, 2011), reportan que alrededor de 120 millones de hectáreas de suelo han sido afectadas, se deforestan cerca de 500 mil hectáreas al año; la desertificación y degradación de tierras daña dos de cada tres hectáreas, lo que ha

ocasionado menor superficie agrícola y forestal. De hecho, la producción se reduce a menos de un décimo de su potencial en los bosques y selvas nacionales, estimándose que cada año entre 300 mil y 400 mil personas migran de sus terrenos infértiles (Frías, 2015).

El acelerado proceso de deforestación, de erosión, de pérdida de la fertilidad natural del suelo, la dependencia del agricultor hacia los insumos externos, especialmente sintéticos, la pérdida de la diversidad biológica etc. han aumentado la vulnerabilidad agrícola y han reducido la seguridad alimentaria. (Arzola, 2013).

Hace casi tres décadas Parr et al. (1983) Señalaban que un gran número de científicos, ambientalistas, agricultores y gobernantes muestran una creciente alarma por el intensivo consumo energético requerido para la producción de alimentos y fibras que caracteriza la agricultura en los EE.UU., pues en los últimos 40 años la agricultura convencional se ha hecho cada vez más dependiente del petróleo que es la base para la síntesis química de fertilizantes y pesticidas.

La degradación del suelo constituye el primer problema ambiental de Cuba; es el recurso natural con mayor deterioro en el archipiélago, ello es resultado de un siglo de explotación sin aplicar medidas que favorezcan la protección de la tierra, y del empleo de tecnologías agresivas como el uso de pesadas máquinas y sistemas de riegos ineficientes o inadecuados para las características de los suelos del país. La deforestación, el sobre pastoreo, las violaciones en la aplicación de las tecnologías para el uso y manejo de este recurso y la no aplicación de medidas para su conservación y mejoramiento, han llevado a esta situación (Tamayo, 2005).

Criterios similares manifiesta (Rodríguez, 2013) al expresar que el 76% de todas las áreas agrícolas de Cuba son suelos pocos productivos, un 14,9% están afectados por la salinidad y/o sodicidad y un 31% tienen bajo contenido de materia orgánica.

Según Camellón (2015) la degradación de los suelos considerada el principal problema ambiental de Cuba, es una realidad que atrae desde hace un tiempo el interés y la atención de los expertos. Disposiciones legales y manuales de explotación intentan regular y proteger ese patrimonio, a sabiendas de que la

conservación de tan valioso recurso resulta el camino para sostener hoy y mañana la producción agrícola.

Estudios recientes realizados en el país por Font (2014), Hernández et al, (2014) y Muñiz (2015) alertan sobre la necesidad de fortalecer esa política si se tiene en consideración que el 43 % de los suelos del país está afectado por la erosión, el 40 por ciento por el mal drenaje, el 24 % por la compactación, el 15 % por salinidad o sodicidad y el 12 por ciento por bajo contenido de materia orgánica, todas ellas, condiciones que favorecen la desertificación y la sequía.

Urquiza et al. (2011) consideran a la degradación de los suelos como una manifestación que producen los Cambios Globales, definidos por el “Programa Internacional Geosfera Biosfera”, como aquellos vinculados con los cambios en el uso y en la cobertura de la tierra, en la diversidad biológica, en la composición de la atmósfera y en el clima. La degradación del suelo es el resultado de una relación no armónica entre este y el agua, donde el factor antrópico desempeña un papel determinante. El exponente más extremo de ésta degradación, es llamado “desertificación”.

En todos, el hombre ha tenido participación activa. A esta situación crítica se le añade que los pronósticos indican una tendencia a los aumentos de los niveles de degradación y su intensidad en los últimos próximos 15 años si no se toman las medidas que frenen esas condiciones para la rehabilitación de las áreas afectadas” (Cuellar, 2003).

A criterio de (Riverol, 2007) siglos de aplicación de prácticas agrícolas no amigables con la tierra y de tecnologías agresivas de laboreo obligan al cubano de hoy a mitigar, detener y empezar a recuperar la degradada superficie agrícola.

Fernández (2015) plantea que el territorio cubano posee 11 millones de hectáreas, excepto las ciudades y las zonas boscosas, quedan 6 millones de hectáreas para ser consideradas agrícolas y hoy se utiliza la mitad de esos terrenos: menos de un tercio del total de la superficie del archipiélago. La mayoría de los motivos derivan de circunstancias ambientales que afectan gravemente al planeta, no solo a Cuba; 40%

de los suelos agrícolas cubanos han sufrido erosión, es decir, una degradación muchas veces provocada por la naturaleza y otras veces por acciones no apropiadas realizadas por el hombre, lo que constituye un problema que preocupa a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Hernández et al. (2014) citando a Szabolcs (1990) aseguran que está demostrado que con la actividad del hombre en la producción de alimentos, los suelos cambian en sus propiedades ya que con el surgimiento y desarrollo de la agricultura se ha ido incrementando el cambio de las mismas; situación a la que se le viene prestando atención desde los años 50 en algunos trabajos, mayormente en Europa, investigaciones que han cobrado mayor auge en los últimos 20 años con buenos resultados sobre los problemas relacionados con la influencia antropogénica en el cambio de las propiedades de los suelos.

1.3 Principales factores limitantes de la productividad de los suelos

Para Mesa et al. (1992), entre los factores que limitan los rendimientos de los cultivos hay algunos que son generales para la mayoría de las especies, como son la Profundidad Efectiva que es uno de los índices más importantes a valorar por la restricción que impone a un cultivo determinado.

Hernández (2005) la define como el espesor del suelo que mantiene una consistencia friable que permite el desarrollo y penetración de las raíces de las plantas. Puede coincidir o no con la profundidad del suelo y sus valores estarán en dependencia del cultivo que se evalúe.

Otros indicador a tener en consideración según Hernández (2005) son la textura, que para él influye también en la productividad del suelo; los suelos de textura arenosa y franco arenosa generalmente son más pobres, tienen poca retención de humedad y su fertilidad está limitada, así como, el relieve que tiene una importancia singular en relación con la erosión, el riego y el uso de la maquinaria, al ser un elemento importantísimo en la redistribución de la humedad y el calor, influyendo por el grado de pendiente fundamentalmente en la erosión potencial de los suelos.

Refiriéndose a la erosión, (Frías, 2015) plantea que se está acelerando en todos los continentes y está degradando 2.000 millones de hectáreas de tierras de cultivos y pastoreo lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres.

1.4 Propiedades Químicas del suelo.

Definición

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macro y micro nutrientes como: Nitrógeno (N^+), Fósforo (P^+), Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}), Potasio (K^+), Sodio (S^+) y los micro nutrientes Hierro (Fe^{2+}), Manganeseo (Mn^{2+}), Cobre (Co^+); Boro (B^+), Cloro (Cl^+) para las plantas o por dotar al suelo de diferentes características (Carbono orgánico, carbono cálcico, en diferentes estados). (MINAG, 1982). Para esta fuente, Son aquellas que nos permiten reconocer ciertas cualidades del suelo cuando se provocan cambios químicos o reacciones que alteran la composición y acción de los mismos como son: materia orgánica, fertilidad y acidez.

La materia orgánica favorece la granulación a la tierra haciéndola más porosa, impermeable y fácil de trabajar, defiende a los suelos contra la erosión porque evita la dispersión de las partículas minerales, tales como limas, arcilla y arenas y mejora la aireación o circulación del aire (Orellana, 2001).

La fertilidad es una propiedad que se refiere a la cantidad de nutrientes que pasean los suelos, cada uno de los nutrientes cumple funciones a saber: El Nitrógeno ayuda al desarrollo de las plantas, da al follaje n color verde, Es el elemento químico principal para la formación de las proteínas; mientras que el Fósforo ayuda al buen crecimiento de las plantas, forma raíces fuertes y abundantes, contribuye a la formación y maduración de los frutos y el Potasio Ayuda a la planta a la formación de tallos fuertes y vigorosos, a la formación de azúcares, almidones y aceites y mejora a la calidad de las cosechas. Por su parte el Calcio ayuda al crecimiento de la raíz y el tallo y permite que la planta tome fácilmente los alimentos del suelo, mientras que el

Magnesio ayuda a la formación de aceites y grasas, siendo el elemento principal en la formación de clorofila, sin la cual la planta no puede formar azúcares (Arzola, 2013).

1.5 Sistema de medidas de Conservación y Mejoramiento de suelos

Di Giacomo, R. (2003) define que la conservación de los suelos, es un paquete científico – tecnológico – estratégico para que en el mundo no se pierdan anualmente los millones de hectáreas de tierra agrícola, como consecuencia de la agricultura moderna. Entre las tasas de Dinámica Económica, más rápida y la de Restauración de los Sistemas Naturales, más lenta, aparece la conservación, para establecer la brecha. La conservación no solo requiere la aplicación de tecnología adecuada, sino que necesita un marco legislativo, socio económico, político, de organización y asociación empresarial. El autor reporta que en la actualidad más de 306 millones de hectáreas en los países de América Latina y el Caribe están siendo afectadas por una degradación del suelo de origen antrópico.

Entre las medidas de conservación de suelos más sencillas y económicas, están las culturales (laboreo racional, ordenación de cultivos, alternativas de cultivos racionales, tratamientos de rastrojos y control de pastoreos). A estas medidas también se les llama preventivas, protectoras de los agentes erosivos o que refuerzan la resistencia al arrastre (IS, 2004).

Font, (2014) las clasifica en Medidas Temporales entre las que incluye la preparación de suelos en contorno, la siembra en contorno y la transversal al sentido de la mayor pendiente, así como cobertura muerta, arroyo y barreras vivas y muertas. Entre las medidas de mejoramiento se refiere a la aplicación de humus de lombriz, compost y biofertilizantes y el uso de abonos verdes.

Leguía et al. (2008) resaltan la importancia de la rotación y el cultivo de cobertura porque aumentan significativamente los aportes de biomasa, ambas prácticas mejoran gradualmente la condición física de los suelos, especialmente su estructura, densidad e infiltración. Técnicamente estas contribuyen al gradual incremento en el

contenido de la materia orgánica del suelo, mostrando a mantener el nivel de nitratos.

Por su parte, (Stella, 2009) considera que la directa como consecuencia de la falta de movimiento del suelo y la presencia de rastrojo en superficie crea un ambiente, que, a diferencia del laboreo convencional, favorece el desarrollo de poblaciones de los individuos que viven en el suelo. Mientras que (FAO, 2009) reporta que la fertilización orgánica puede aumentar los artrópodos epigeos por medio de una provisión más rica de mesofauna que descompone los componentes orgánicos.

1.6 Degradación de los Suelos y su manejo.

Alonso & Carrobello (2002) dan a conocer a través del Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, que “11 de las 14 provincias de Cuba están afectadas por la falta de materia orgánica, erosión, compactación, acidez o exceso de sales, lo que se hace aún más dramático en zonas montañosas, de humedales y costeras”.

Do Prado & Da Veiga (2004) afirman que la degradación del suelo a consecuencia de la erosión afecta la fertilidad de este y en última instancia la producción de los cultivos, al arrastrar sus partículas más finas y más reactivas (arcilla y materia orgánica) y dejar las partículas más gruesas, pesadas y menos reactivas; esto disminuye la concentración de nutrimentos y en consecuencia su capacidad de sostener una agricultura productiva, principalmente en el área de desarrollo radicular de la planta.

Mejorar y mantener la fertilidad de los suelos son prioridades para los sistemas agroecológicos. Junto a la preservación de la agro diversidad, el uso eficiente del agua, la energía y otros recursos disponibles, un adecuado balance de nutrientes y la vida en el suelo son condiciones importantes para garantizar la sostenibilidad en los sistemas agrícolas (Funes –Monzote et al, 2008).

Condron & Cameron (2000) han indicado que el impacto ambiental de los sistemas orgánicos de producción de cultivos es todavía desconocido y se necesitan más

investigaciones que demuestren el real efecto de éstos. Es por ello que (Palm et al., 2001) se han pronunciado sobre la necesidad de que a través de la Agenda del Desarrollo Sostenible surja un acercamiento biológico al manejo de la fertilización del suelo que reconozca la importancia de manejar los procesos biológicos y poblaciones del suelo de la misma manera que sus propiedades físicas y químicas, afectadas por el uso de fertilizantes químicos de forma continuada en los últimos años”.

Aburto (2002) expresa que con el fin de lograr una utilización óptima de las tierras, es importante evaluar los recursos de tierras de los países en función de su idoneidad a diferentes niveles de insumos para distintos tipos de aprovechamiento de tierras, incluida la agricultura, el pastoreo y la silvicultura, las decisiones sobre el uso y la ordenación de las tierras y de sus recursos deberían favorecer el beneficio a largo plazo más bien que las conveniencias a corto plazo, que pueden dar lugar a la explotación, la degradación y la posible destrucción de los recursos de los suelos.

Astier (2002) plantea que es imprescindible poner en práctica sistemas de manejo más sustentable para el mantenimiento y la restauración de los suelos, y frenar la pérdida de tierras, suelo y biodiversidad con el desarrollo de sistemas más eficientes desde el punto de vista nutricional y de la conservación de la materia orgánica del suelo.

Según Bunch (2008) hoy hemos encontrado que para cumplir con la alimentación del suelo y, por ende, de los cultivos en el trópico bajo, nos ayudan más que nada cinco principios:

1. Maximizar la producción de biomasa a través de la asociación de cultivos, los árboles dispersos y los abonos verdes/cultivos de cobertura.
2. Maximizar la biodiversidad de esta biomasa, evitando el monocultivo y el cultivo en limpio.
3. Mantener el suelo cubierto, para no dejar que el sol queme la materia orgánica.
4. A través de la cobertura muerta alimentar a las plantas y no tanto al suelo.

5. Utilizar la labranza cero.

Los cambios en las prácticas de manejo en los cultivos de los agricultores son de crucial importancia para la conservación de los suelos y la provisión de servicios ambientales tales como la cantidad y calidad del agua y la biodiversidad tanto sobre la tierra como debajo de ella (Pulleman et al., 2008).

En correspondencia con estos criterios, (Delgado, 2006) afirma que han sido numerosos los intentos de atenuar esta situación; sin embargo, son pobres los avances obtenidos. En aras de evitar que se malogren las iniciativas dirigidas al establecimiento de una agricultura ecológica y mitigar la contradicción entre la necesidad de producir más y disminuir la degradación del medio, hay que tener en cuenta que existe una situación muy compleja en cuanto a los niveles de afectación que la actividad agraria ya tiene en mayor parte de los sistemas productivos establecidos.

Capítulo 2 Materiales y Métodos.

Las áreas objeto de estudio de la investigación se localizan en un ecosistema y dos agroecosistemas aledaños al Jardín Botánico de Cienfuegos en las coordenadas: latitud $20^{\circ} 07'$ norte y longitud $80^{\circ} 20'$ oeste. Perteneciente al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, ubicado en el asentamiento Pepito Tey a 18 kilómetros de la ciudad de Cienfuegos. Limita al norte con la Planta de Asfalto Enrique Cantero, al sur con la Empresa Agropecuaria Pepito Tey, al este con el río Arimao y al oeste con la carretera circuito sur en su tramo Cienfuegos –Trinidad.

El área cultivada, al igual que la de silvopastoreo es propiedad de Alfonso Curveira Hernández dueño de la finca La Victoria, la cual fue valorada para su estudio con el propietario, se explota con estos fines desde el 2008.

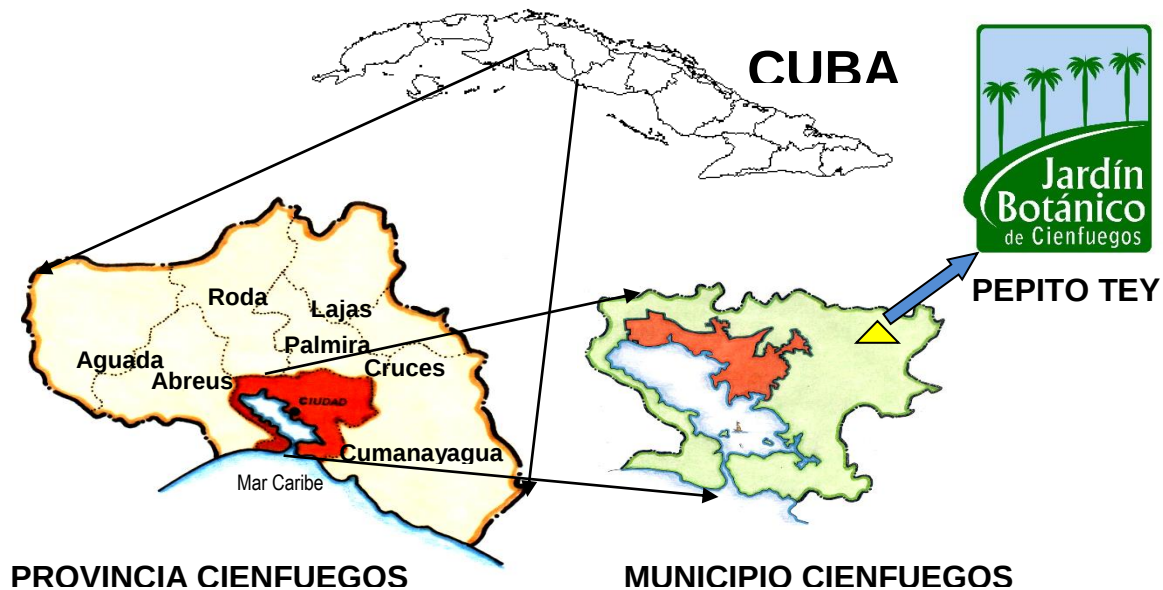


Figura 1. Ubicación áreas estudiadas

Fuente: Ojeda, 2000

Diseño metodológico de la investigación

En el periodo comprendido entre marzo de 2015 hasta mayo de 2017 y en presencia de un grupo de expertos se desarrolló en el Jardín Botánico de Cienfuegos y su entorno una investigación no experimental con el propósito de comparar el comportamiento de las propiedades químicas en tres ecosistemas diferentes, un bosque natural, un área silvopastoril y un área de cultivo varios.

Se aplicaron métodos del orden **teórico** (analítico – sintético, histórico – lógico, inductivo- deductivo y análisis documental) y **práctico** (observaciones directas, mediciones en el lugar, análisis de laboratorio y análisis estadístico).

2.1 Caracterizar el bosque natural y los dos agroecosistemas objeto de estudio.

Se realizaron recorridos a pie por el área para la observación y actualización de la información aportada por el perfil de suelo de la finca realizado en el estudio a escala 1: 25 000; (IS, 1988), (Anexo 1).

La vegetación se describe en función de lo observado visualmente en las áreas de silvopastoreo y cultivos varios y la del bosque; así como lo concerniente a las características geológicas y relieve mediante la consulta de documentos y estudios como el de (Domínguez, 2012), existente en el Jardín Botánico.

En cada una de las áreas se tomaron cinco muestras (conformadas cada una por 15 sub muestras) recopiladas totalmente al azar, a dos profundidades: 0-20 y 20-40 cm, de lo que resultan en total de 30 muestras de suelos. El muestreo agroquímico de las áreas a estudiar se realizó según la Metodología de García et al, aprobada por el INTA (2012), obteniéndose el material necesario para efectuar los análisis de laboratorio. Fueron envasadas en bolsas de polietilenos, bien identificadas con una tarjeta y enviadas al laboratorio de la Estación territorial de investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) en Ranchuelo, provincia Villa Clara.

Los suelos en cada campo fueron descritos siguiendo el Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos (Hernández et al., 1995), y se

clasificaron según la Segunda Clasificación Genética (IS, 1988); correlacionándose con la Nueva Versión de (Hernández et al., 2015).

Se empleó la información contenida en el estudio de suelos a escala 1:25 000 del municipio (IS, 1988) para la caracterización de los suelos en el ecosistema y los dos agroecosistemas, siguiendo las Instrucciones Metodológicas para el trabajo de Suelos en los Polígonos Demostrativos (IS, 2010); la profundidad efectiva medida con la barrena holandesa de muestreo de suelos, la pendiente se determinó empleando el nivel y la regla escala.

Para la evaluación de estos índices se utilizó el Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos (Hernández et al., 1995) y la Guía para la descripción de Suelos de la FAO (2009).

2.2. Evaluar el comportamiento de las propiedades químicas del suelo bajo tres usos diferentes.

El muestreo de suelos se efectuó al azar en zigzag a lo largo de los campos, en un esquema factorial 3x2, los factores fueron F1: uso de suelo con tres niveles (cultivos varios, pastos y bosque) y F2 (profundidad del suelo), con dos niveles (primer perfil: 0-20 cm y segundo perfil: 20-40 cm de profundidad), con cinco repeticiones cada uno.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 2009 de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, los datos fueron sometidos a análisis de varianza y cuando la F calculada resultó significativamente superior a la de la tabla, se procedió a comparar las medias por el test de Tukey con un nivel de significación ($P < 0,05$). Se analizaron los estadígrafos: media aritmética, coeficiente de variación y error típico. Este procedimiento se realizó por separado para cada profundidad del suelo estudiado.

En la tabla 1 que aparece a continuación, se muestran las variables analizadas y las técnicas empleadas en el Laboratorio de la Estación territorial de investigaciones de

la Caña de Azúcar (ETICA) en Ranchuelo, provincia Villa Clara donde se realizaron las determinaciones analíticas de los índices químicos de suelo evaluados.

Tabla 1. Técnicas analíticas para determinar el comportamiento de estos índices químicos.

Elementos	Símbolos	Métodos
Acidez, pH	KCl	Se utilizó como solvente el Cloruro de potasio (KCl) 1 N, en una relación de 1:2,5 y se determinó el valor en el potenciómetro.
	H ₂ O	Se utiliza como solvente el agua, en una valoración de 1:2,5; determinando el valor en el potenciómetro.
	Hidrolítica (AcH)	La muestra se trató con Na Ac 1N pH 8,2 (relación 1:2,5) se agita 1hora y posteriormente se filtraron. Una alícuota es valorada con NaOH 0,1N en presencia de fenolftaleína. Método Volumétrico.
Calcio	Ca ²⁺	Método de absorción atómica. (Las muestras fueron tratadas con una solución de acetato de amonio (NH ₄ Ac) 1N de pH 7) después de diez minutos de agitación, en una valoración de 1:10. Método de fotometría de llama.
Magnesio	Mg ²⁺	
Potasio	K ⁺	
Sodio	Na ⁺	
Fósforo asimilable	P ₂ O ₅	Se determinó por el método Oniani, basado en la extracción de las sales de fósforo con Carbonato de Amonio al 1% ((NH ₄) ₂ CO ₃), con una relación Suelo-Solución al 1:20 y la consiguiente determinación en el Fotocolorímetro.
Potasio asimilable	K ₂ O	Se obtuvo por el método Oniani, con igual basamento al anterior y la determinación de la concentración del potasio (K) en el Fotómetro de Llama.
Cationes Cambiables		Las muestras fueron tratadas con una solución de acetato de amonio (NH ₄ Ac) 1N de pH 7, determinadas del extracto el Ca ²⁺ y el Mg ²⁺ por el método de absorción atómica; después de diez minutos de agitación, en una valoración de 1:10. El Na ⁺ y K ⁺ se determinaron por el método de fotometría de llama.

2.3. Definir la relación existentes entre las propiedades químicas de los suelos en las profundidades 0-20 y 20-40 centímetros.

En los tres usos de suelo diferente (bosque, pastos y cultivos varios) se realizó correlación bivariada con el paquete estadístico SPSS versión 21,0 para Windows para determinar la relación existente entre las propiedades químicas del suelo objetos del estudio.

Capítulo 3 Resultados y Discusión.

3.1. Caracterización del bosque natural y los dos agroecosistemas objeto de estudio.

Vegetación.

Como vegetación natural en las parcelas de cultivos varios y silvopastoril se encontraron las especies: *Cynodon dactylon* L. (Hierba Fina), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Don Carlos), *Mimosa pudica* L. (Dormidera), *Acacia farnesiana* L. (Aroma), *Rottboellia cochinchinensis* Lour. Clayton (Zancaraña), *Waltheria indica* L. (Malva Blanca), *Ocimum sanctum* L. (Albahaca Morada), *Urena baccifera* L. Graud (Chichicate), *Petiveria alliacea* L. (Anamú), (Bambú) y *Pseudelephantus spicatus* B.Juss. (Lengua de Vaca) y los Helechos pertenecientes a la familia *Asteraceae* y Bambú de a la familia *Poaceae*.

Las introducidas, al momento de realizado el estudio son: *Manihot esculenta* Crantz (Yuca), *Zea mays* (Maíz) y *Saccharum officinarum* (Caña de Azúcar), además en ella se ha establecido el *Phaseolus vulgaris* (Frijol).

Bosque Natural

El ecosistema de bosque estudiado se encuentra en las profundidades del Jardín Botánico de Cienfuegos, cuenta con una vegetación pródiga y exuberante ideal para esta investigación porque demuestra que el suelo no ha sido trabajado por el hombre.

La vegetación existente en este ecosistema está representada por abundantes especies, en el anexo 2 se relacionan las familias con mayor representatividad con el total de especies existentes, en la misma no están incluidas 48 tasas infra específicas de diferentes géneros y familias que han sido introducidos intencionalmente con el propósito de investigaciones de plantas económicas y ornamentales leñosas, así como otros elementos que se han establecido en el lugar, a partir de diásporas provenientes de las plantaciones del Jardín Botánico.

A criterio de (Castañeda, 2002) el endemismo es bajo, aspecto que caracteriza a los bosques semidecíduos, del total de especies, solo nueve son endémicas (5,3%), de ellas siete están ampliamente distribuidas en nuestro país: *Tabernaemontana amblyocarpa*, *Tapura cubensis*, *Espadea amoena*, *Securidaca elliptica*, *Jacquinia aculeata*, *Xanthosoma cubense* y *Platygyne hexandra*. (Anexo 2).

Suelos.

Evaluated por la II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (IS, 1988), tanto en el ecosistema como en los dos agroecosistemas, estamos en presencia de un suelo Pardo con Carbonatos Típico, con reacción positiva al ácido clorhídrico (HCl) a profundidad, en el área uno (dedicada a cultivos varios) lo hace a los 40 cm por lo que se evaluó de muy lavado, en la de uso silvopastoril a los 32 cm, o sea medianamente lavado y en la de bosque a los 50 cm, también muy lavado.

La caracterización del mismo coincide con lo planteado por Domínguez (2012), está formado a partir del proceso de evolutivo de Sialitización en un medio rico en Carbonato de Calcio, la carbonatación y su lavado influyen en la formación y distribución del humus. Perfil A (B) C, coloración variable: Pardo oscuro grisáceo, Pardo muy oscuro y Pardo grisáceo. La clase textural es arcilla, con predominio del tipo arcilloso 2:1 (Montmorillonítica > 75%), por ello su capacidad de cambio catiónico es de 25 – 55 cmol (+) Kg⁻¹, considerada como ligeramente alta a alta, así como la fertilidad natural.

Al correlacionarse con la nueva Versión de Clasificación de (Hernández et al., 2015) resulta clasificado como un suelo Pardo Mullido (área del bosque) y Pardo Cálcico (áreas dedicadas al silvopastoreo y los cultivos varios), independientemente de no mostrar homogeneidad en las tres áreas estudiadas en sus características morfológicas, físicas y químicas (Anexo 1).

Propiedades edáficas en los tres usos de suelo en estudio.

En la tabla 2 que aparece seguidamente se muestra el comportamiento de los factores edáficos, detallándose las principales características del suelo en los tres tipos de uso estudiados.

Tabla 2. Influencia del uso del suelo sobre algunas propiedades edáficas.

Propiedad del suelo	Bosque		Pastoreo		Cultivos varios	
Pendiente	Ligeramente ondulado	3,0 %	Ondulado	6,0 %	Ligeramente ondulado	4,0 %
Drenaje superficial	Bueno		Bueno		Bueno	
Drenaje interno	Bueno		Moderado		Bueno	
Estructura	Granular		Terronosa		Granular	
Profundidad efectiva	Profundo	59 cm	Medianamente profundo	32 cm	Medianamente profundo	40 cm
Erosión			Mediana	25%	Mediana	25 %
Gravas			Pocas	5,0 %	Pocas	3,0 %
Piedras	Muy pedregoso	12,0 %	Pedregoso	3,0 %	Moderada	0,1 %
Rocas	Muy rocoso	30,0 %	Rocoso	12,0 %		
Porosidad	Poroso		Débil		Poroso	
Compactación	No compactado		Compactado		Ligera	
Textura						

Verde- mejor o buena condición

Amarillo- condiciones con mediana limitación

Rojo-condiciones con fuertes limitaciones

La pendiente en el área oscila de ligeramente ondulado a ondulado, mostrando el mayor valor e irregularidad el área dedicada al silvopastoreo, muy relacionado con ello está el comportamiento de la erosión, observándose las mayores pérdidas en las áreas más elevadas, (Cultivos varios) y (Silvopastoril), esta característica también relacionada e influyente en la profundidad efectiva que muestra los menores valores en estas dos áreas, calificada de medianamente profundo.

Se apreció poca gravillosidad solamente en parcelas dedicadas a cultivos varios y silvopastoreo, mientras que la pedregosidad aumenta de moderada en la parcela de cultivos varios a pedregoso en la de silvopastoreo y muy pedregoso en la del bosque y la rocosidad aumenta desde rocoso en parcela silvopastoreo a muy rocoso en la del bosque.

Fue apreciada la compactación solamente en la parcela dedicada al silvopastoreo, ello puede estar relacionado directamente a este uso agrícola ya que no existe acuartonamiento para los animales y muy relacionado con ello están las condiciones de drenaje interno que se evaluó como moderado, siendo bueno en las restantes; el drenaje superficial, influenciado por las condiciones de pendiente es bueno en las tres áreas.

En función del comportamiento de estas propiedades descritas, se identificaron los factores limitantes para el uso agrícola en las áreas objeto de estudio, resultando los más significativos: la pendiente, erosión, compactación, pedregosidad y rocosidad en los agroecosistemas aledaños, resultado coincidente con (Arce, 2013) al caracterizar los suelos de la Unidad Básica de Producción Cooperativa “Limonos”.

Características geológicas.

Predominan las rocas carbonatadas, representadas por calizas, margas de color cremoso-amarillento y color gris claro, además existen tobas correspondientes a la formación Cantabria, de edad Cretácica Superior Maestrichtiano, en la que los espesores varían desde 10 hasta 800 m de profundidad. La formación Cantabria, se cubre concordantemente con la formación Vaquería.

Se observó además manifestaciones cársicas notables, del tipo diente de perro, llegando a alcanzar una altura de hasta 3 m y las grietas una profundidad de hasta 1m, estas manifestaciones cársicas poseen una disposición vertical y orientación NW-SE y las mismas están relacionadas en su origen y evolución paleogeográfica con la numerosa subsistencia de ambientes marinos y terrestres ocurridos durante el Cretácico en ProtoCuba, la cual trajo como consecuencia la diversificación del paisaje geográfico y una mayor variedad de formas de vida.

Relieve

El área objeto de estudio se encuentra físicamente situada en la región natural Llanura de Manacas-Cienfuegos, se observó la presencia de alturas con predominio de ascensos neotectónicos moderados, horst y bloques asociados a ascensos. En esta zona propiamente, desde el punto de vista geomorfológico, a la llanura acumulativa, se le une la llanura de tipo erosivo-denudativa ligeramente ondulada y ondulada, con altitudes entre 50 y 75 m, constituida por estratos sedimentarios predominantemente carbonatados entre calizas y rocas volcánicas.

En estos procesos exógenos recientes es notable la presencia de procesos erosivos-denudativos con manifestaciones cársicas abundantes de fuerte y moderada intensidad, con carso de alturas y fallas, donde se aprecia la presencia de manifestaciones cársicas sobre roca caliza. Toda el área observada, posee un paisaje correspondiente a una llanura acumulativa y erosivo-denudativa ondulada, alta, formada por rocas carbonatadas y terrígeno-carbonatadas, con fuerte desarrollo de diente de perro.

3.2 Evaluación del comportamiento de las propiedades químicas del suelo bajo tres usos diferentes.

La tabla 3 que aparece seguidamente se refiere a la influencia de los diferentes usos de suelos sobre el pH en agua.

Tabla 3. Influencia del uso del suelo sobre el pH en agua

Uso del suelo	0-20 cm	20-40 cm
Bosque	6,62a	6,94a
Silvopastoreo	5,94b	6,02ab
Cultivos varios	5,98b	5,92b
CV (%)	8,7	7,44
Sx	0,24	0,21

Se puede apreciar que los mayores pH en ambas profundidades se presentan en el bosque, con valores próximos a la neutralidad, mostrando diferencias significativas con los usos silvopastoreo y cultivos varios con valores más bajos; entre ambas profundidades las diferencias solo existen en el área de silvopastoreo, mostrando los mayores valores, próximos a la neutralidad en la profundidad 20 – 40 cm. Resultado coincidente con el obtenido por (Domínguez, 2012).

El pH del bosque, (próximo a la neutralidad) es el más adecuado para la asimilabilidad de la generalidad de los nutrientes en el suelo, lo que beneficia la nutrición de los cultivos.

Este resultado corrobora los criterios de Arzola, (2013) quien considera que el bosque recicla los nutrientes y disminuye las pérdidas de bases por escorrentía y lavado, además no existe cosechas de cultivos para extraer las bases cambiables, lo que podría explicar su pH superior, mientras lo contrario ocurre con los cultivos varios, donde por quedar parte del suelo no cubierto, pueden ser mayores las pérdidas por escorrentía y lavado y por extraerse bases del suelo, se acidifica aunque sin llegar al límite que requiera el encalado.

Según Porta Casanellas et al. (1999) los efectos perjudiciales de la acidez del suelo no se manifiestan hasta valores de pH inferiores a 5,5 por la toxicidad de aluminio y la poca disponibilidad de los elementos nutrientes. El pH del bosque (próximo a la neutralidad) es el más adecuado para la asimilabilidad de la generalidad de los nutrientes en el suelo, lo que beneficia la nutrición de los cultivos.

Seguidamente, en la tabla mostrada, se realiza el análisis de la influencia que ejercen diferentes usos de suelo en el comportamiento del pH en Cloruro de Potasio.

Tabla 4. Influencia del uso del suelo sobre el pH en KCl.

Uso del suelo	0-20 cm	20-40 cm
Bosque	5,76a	6,30a
Silvopastoreo	4,92b	4,88b
Cultivos varios	4,86b	4,84b
CV (%)	14,59	12,18
Sx	0,34	0,29

En la tabla anterior, con el método de determinar el pH en cloruro de potasio, donde la extracción de hidrógeno es mayor por comprimirse la doble capa eléctrica de los coloides que forman el complejo de intercambio catiónico, se confirman los resultados anteriores, los valores de pH más altos se encontraron en el bosque, con diferencias significativas con el área de silvopastoreo y la de cultivos varios. A diferencia del comportamiento del pH en cloruro de potasio, entre ambas profundidades no se apreció diferencias pues los valores son muy similares.

A continuación, en la tabla 5, se analiza la influencia de los diferentes usos de suelo sobre la acidez hidrolítica.

Tabla 5. Influencia del uso del suelo sobre la acidez hidrolítica (cmol ⁽⁺⁾.kg⁻¹)

Uso del suelo	0-20 cm	20-40 cm
Bosque	4,48a	2,18a
Silvopastoreo	4,33a	4,76a
Cultivos varios	4,85a	4,75a
CV (%)	14,91	11,85
Sx	0,30	0,20

Este índice se comporta en correspondencia con lo ocurrido por los dos métodos de determinación del pH antes mencionados, como puede observarse, en los dos casos en que ha existido laboreo por el hombre (silvopastoreo y cultivos varios), el suelo se

acidificó más que en el bosque natural, ya que en estos es donde se encontró los mayores valores, independientemente de que no exista diferencias significativas entre un uso y otro al igual que entre una profundidad y otra, lo que sugiere que de continuar esa tendencia, podría ser necesario el empleo de enmiendas calcáreas. Resultados coincidentes con los de (Arce, 2013) en igual tipo de suelo dedicado a los cultivos varios en la unidad básica de producción cooperativa “Limonas”.

Bases cambiables

En cualquier cultivo, parte del total de los nutrientes extraídos por la plantación, es exportado con la cosecha, lo que origina que con el transcurso del tiempo los suelos se empobrezcan sino se reponen las pérdidas mediante la fertilización adecuada.

En las tablas 6 a 10, que aparecen seguidamente se aborda la influencia del uso de suelos sobre las bases cambiables.

Tabla 6. Influencia del uso del suelo sobre el calcio cambiante ($\text{cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$)

Uso del suelo	0-20 cm	20-40 cm
Bosque	50,89a	54,98a
Silvopastoreo	26,52b	26,05b
Cultivos varios	27,22b	29,62b
CV (%)	11,1	9,98
Sx	1,73	1,65

Dentro las bases cambiables se destaca el calcio, que es el que posee mayor densidad de carga, su mayor abundancia se obtuvo en el bosque, con diferencias significativas con los usos silvopastoril y cultivos varios, en estas dos últimas áreas es similar su contenido, o sea que no difieren entre sí; al evaluarse en comparación entre las dos profundidades no muestran diferencias. Resultados coincidentes con los obtenidos por (Fuentes & Águila, 2016) en igual tipo de suelos en áreas de cultivos varios en la finca “La Campana”.

En cualquiera de los casos su contenido es muy superior al requerido por los cultivos ($> 3 \text{ cmol } ^{(+)}.\text{kg}^{-1}$), según reportan autores como (Arzola et al., 2013) y resulta innecesario el empleo de fertilizantes cálcicos o el encalado.

La abundancia de calcio cambiabile podría explicar la menor acidez del suelo de bosque con respecto a las dos áreas restantes y se corresponde con los valores similares de pH y acidez hidrolítica en el silvopastoreo y en cultivos varios.

El Calcio del suelo se origina de minerales como la calcita (carbonato de calcio), dolomita (carbonato doble de Calcio y Magnesio), apatita, feldespatos, anfíboles, yeso, etc. Estos minerales representan la mayor parte de este elemento en los suelos calcáreos. La apatita (fosfato tricálcico) es otro mineral cálcico frecuente en los suelos poco meteorizados. A medida que la intemperización y el lavado del suelo avanzan, con la acidificación de los mismos, esos minerales van transformándose y desapareciendo.

En los trópicos húmedos, incluso los suelos que tienen como material de origen la caliza, por estar muy meteorizados y lavados (como los Ferralíticos rojos de Cuba, Oxisoles) han perdido sus minerales cálcicos. En estos la extraordinaria vida microbiana condiciona una elevada descomposición de la materia orgánica y una fuerte producción de CO_2 , el cual tiene una eficaz influencia sobre la solubilidad de los carbonatos cálcicos. El bicarbonato de calcio así formado posee buena movilidad y puede ser lavado fácilmente del suelo.

Los resultados mostrados por este elemento, corroboran los criterios (Arzola et al., 2013) sobre lo importante que es para la fertilidad del suelo que el complejo de cambio se encuentre saturado de calcio (50 a 80% de la capacidad de intercambio catiónico), así se condicionan buenas propiedades químicas y microbiológicas, además de que los iones de Ca^{2+} cambiabile y los de la solución del suelo representan una fuente de Ca^{2+} de fácil acceso para las plantas.

La mayor fuerza de retención del calcio en la superficie de los coloides comprime la doble capa eléctrica (se acerca más a los coloides) y origina que predomine la atracción de las cargas negativas de un coloide sobre las positivas del enjambre

catiónico de los coloides vecinos. Esta atracción provoca la agregación de las partículas y buena estabilidad estructural. En la medida que la fuerza de retención de unión es menor que la del calcio (sodio, potasio, magnesio), aumenta el grosor de la doble capa eléctrica y por ello la distancia entre las cargas negativas de la micela y las positivas del enjambre catiónico de los coloides vecinos, disminuye, por esa razón, la atracción entre coloides y estos se dispersan.

Desde el punto de vista práctico, la mayor importancia del Calcio es como mejorador del suelo para mantener a un nivel adecuado la vida microbiana, la estructura del suelo y los procesos de descomposición y formación del humus. Para todo esto, son necesarias mayores cantidades de Calcio en el suelo que las que la planta necesita para su normal metabolismo, por eso, el encalado es en primer lugar una enmienda del suelo. Ahora bien, cuando se asegura con esta un adecuado nivel de Calcio para mantener los procesos y características antes mencionados, obviamente se garantiza una buena nutrición cálcica de la planta.

Tabla 7. Influencia del uso del suelo sobre el magnesio cambiante ($\text{cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$)

Uso del suelo	0-20 cm	20-40 cm
Bosque	5,31c	5,42c
Silvopastoreo	9,05a	11,23a
Cultivos varios	9,31a	8,79b
CV (%)	9,82	10,47
Sx	0,35	0,40

El contenido de magnesio cambiante del bosque fue inferior al de los usos restantes de la tierra, mostrando diferencias significativas con las áreas dedicadas al silvopastoreo y cultivos varios, es en este último donde se encontró el valor mayor, que disminuye en la profundidad 20 a 40 cm, defiriendo de la de 0- 20 cm, lo que no sucede en los otros dos usos; en ninguno de los usos alcanza los límites de

insuficiencia, por lo que no se requiere del empleo de fertilizantes magnésicos ni de otros enmendantes como la dolomita.

Este comportamiento está dado porque como es conocido, el calcio y el magnesio son antagónicos, por tanto, más calcio cambiabile, como sucede en los tres tipos de uso analizados, puede significar menos magnesio. El calcio se atrae con más fuerza a los coloides del suelo que el magnesio, por tanto, este último puede quedar a mayor distancia en la doble capa, ser menos atraído por esta y perderse más al quedar más susceptible al lavado. (Arzola, 2013). Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por (Arce, 2013).

Los resultados anteriores corroboran el criterio de (Mesa & Naranjo, 1984) cuando expresan que normalmente el Ca^{2+} intercambiabile predomina sobre el Mg^{2+} (lo cual es deseable); una de las causas principales es que el primero se retiene con mayor fortaleza por los coloides del suelo, por lo que se lava menos, de ahí la necesaria relación $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ intercambiabile considerada como adecuada para la nutrición de los cultivos cuando sus valores están en una relación de 2:1 a 6:1

Tabla 8. Influencia del uso del suelo sobre el potasio cambiabile ($\text{cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$)

Uso del suelo	0-20 cm	20-40 cm
Bosque	0,54a	0,52a
Silvopastoreo	0,25b	0,16b
Cultivos varios	0,23b	0,22b
CV (%)	8,74	23,66
Sx	0,01	0,03

El contenido de potasio cambiabile en las áreas del bosque mostró diferencias significativas con los usos de la tierra restantes al duplicarse, igual comportamiento se apreció en la profundidad 20 – 40 cm, o sea que no difiere de lo obtenido en 0 – 20 cm, resultados que no difieren de los que obtuvo (González et al, 2014), lo cual resulta muy favorable, por el elevado costo de los fertilizantes potásicos y no existir

en Cuba yacimientos potásicos debiéndose destinar elevadas sumas de moneda libremente convertible para su adquisición.

La mayor riqueza en potasio cambiabile en el área de bosque podría atribuirse a que los árboles del bosque por su mayor tamaño y sistema radical profundo, extraigan potasio de capas inferiores del suelo y la incorporen con sus restos a las superiores, lo que incrementa el nivel de abastecimiento de este elemento al suelo, a partir de potasio que no podría ser tomado por los cultivos por su menor sistema radical.

De todos los nutrimentos es el Potasio el que más influye en la calidad del producto agrícola, si falta, se perjudica la coloración y sabor de los frutos, disminuye el contenido de aceite en oleaginosas, empeora la combustibilidad del tabaco, etc. El K^+ favorece el transporte de compuestos orgánicos. La importancia de este elemento en los cultivos productores de azúcar y en los que acumulan almidón en raíces y tubérculos no es sólo por su importancia en la formación de carbohidratos, sino en su transporte desde las hojas hasta los órganos de reserva.

Tabla 9. Influencia del uso del suelo sobre el sodio cambiabile ($\text{cmol}^{(+)}.\text{kg}^{-1}$)

Uso del suelo	0-20 cm	20-40 cm
Bosque	0,12a	0,14a
Silvopastoreo	0,15a	0,15a
Cultivos varios	0,13a	0,16a
CV (%)	12,54	16,22
Sx	0,01	0,01

Como se observa en la tabla anterior, al no existir diferencia significativa en el contenido de sodio cambiabile tanto entre los diferentes usos de suelo como entre las profundidades estudiadas y ser muy bajos los valores encontrados, indica que en esas condiciones no han existido daños por sodio en ninguno de los usos de suelo comparados; resultados que difieren de los obtenidos por (Fuentes & Águila, 2016) en igual tipo de suelo dedicado a los cultivos varios.

Otros índices de vital importancia para el normal desarrollo de los cultivos que fueron objeto de estudio lo son el Fósforo y el Potasio asimilables, cuyo comportamiento se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 10. Influencia del uso del suelo sobre el fosforo asimilable

Uso del suelo	0-20 cm	20-40 cm
Bosque	28,79a	33,1a
Silvopastoreo	11,91b	3,49c
Cultivos varios	4,54c	6,63b
CV (%)	11,16	17,86
Sx	0,75	1,15

En la profundidad 0 – 20 cm mayor contenido de fosforo asimilable se encontró en el bosque, con diferencia significativa con los usos restantes, de igual forma que el área silvopastoreo difiere de la de cultivos varios, situación que muestra similar comportamiento en la profundidad 20 – 40 cm, los tres usos de suelo difieren entre sí pero donde el mayor valor lo muestra el bosque y el menor el silvopastoreo, resultado coincidente con los obtenidos por (Fuentes & Águila); ello podría explicarse al igual que en el elemento potasio por haberse extraído fosforo de capas inferiores del suelo, lo que resultaría importante por el elevado costo de los fertilizantes y apenas existir yacimientos fosfóricos en Cuba.

El área de cultivos varios está en el límite de insuficiencia de fosforo, mientras el bosque se encuentra con un alto contenido de este nutriente, lo que indica que el uso de fertilizantes fosfóricos comienza a requerirse con el cultivo continuado. Estos resultados son no coincidentes con los obtenidos por otros investigadores como (Arzola, 2013).

Las recomendaciones de fósforo para la caña de azúcar en Cuba se realizan desde el año 1997 a través del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (Serfe), el cual se basa en dos criterios: formas asimilables del elemento en el suelo extraídas con ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1N y la reacción del suelo.

A partir del año 2007 el costo de los portadores de fertilizantes se ha incrementado extraordinariamente, el costo actual (mediados del 2012) es de 595,00 usd/t para la urea; 675,00 usd/t para el amoniaco anhidro, 745,00 usd/t para el fósforo y 650,00 usd/t para el potasio (De León & Campos, 2015).

Los resultados mostrados en el área dedicada a los cultivos varios corroboran los criterios de (Barrios, 2001), el plantea que con el propósito de detener la acelerada degradación que ocasiona el hombre sobre el medio ambiente, han tomado fuerza en las últimas décadas diferentes enfoques o escuelas que proponen un manejo de los agroecosistemas que no sea tan agresivo sobre el medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad, tales son: la agricultura orgánica, la natural, la ecológica, la biodinámica y la sostenible.

De igual forma, en este tipo de uso como plantean (Parr et al., 1983) se reduce la cubierta vegetal y los suelos (con las prácticas tradicionales de preparación) permanecen desnudos por largos periodos de tiempo, en ocasiones coincidiendo esto con las condiciones más propicias para el arrastre de partículas como arcilla y materia orgánica. La erosión del suelo no sólo se produce por efecto de la pendiente y la escorrentía, sino también por el mal uso del riego, el cual incluso en lugares llanos puede arrastrar el horizonte superficial del suelo.

3.3 Definición de las relaciones existentes entre las propiedades químicas de los suelos en las profundidades 0-20 y 20-40 centímetros.

En la tabla 11 que seguidamente se muestra, se reflejan los resultados del análisis de correlación efectuado entre los índices químicos que fueron analizados en la profundidad 0 - 20 cm.

Tabla 11. Correlación entre las propiedades del suelo a profundidad de 0 – 20cm.

	pH		Acidez	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	P	K
	H ₂ O	KCl	hidrolítica	Cambiabile				Asimilable	
pH agua	1								
pH KCl	0,97**	1							
Ac. Hidr.	-0,50	-0,53	1						
Ca ²⁺ camb.	0,58	0,55	-0,57	1					
Mg ⁺ camb.	-0,53	-0,55	0,51	-0,55*	1				
K ⁺ camb.	0,88**	0,92**	-0,88**	0,95**	-0,19	1			
Na ⁺ camb.	-0,01	-0,09	0,09	-0,22	0,13	-0,19	1		
P asimilab.	0,75**	0,17**	-0,77**	0,78**	-0,79**	0,88**	-0,24	1	
K asimilab.	0,86**	0,89**	-0,86**	0,91**	-0,82**	0,97**	-0,11	0,87	1

*Diferencia al 5% de probabilidad

**Diferencia al 1% de probabilidad

Tabla 12. Correlación entre las propiedades del suelo a profundidad de 20 – 40cm.

	pH		Acidez	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	P	K
	H ₂ O	KCl	hidrolítica	Cambiabile				Asimilable	
pH agua	1								
pH KCl	0,88**	1							
Ac. Hidr.	-0,25	-0,39	1						
Ca ²⁺ camb.	0,53*	0,93**	-0,49	1					
Mg ⁺ camb.	0,13	0,67**	-0,57*	0,69**	1				
K ⁺ camb.	-0,214	-0,06	0,13	0,02	-0,73**	1			
Na ⁺ camb.	0,02	0,18	-0,47	0,47	0,16	-0,29	1		
P asimilab.	0,74**	0,74**	-0,19	0,46	-0,97**	0,76**	-0,13	1	
K asimilab.	0,80**	0,82**	-0,83**	0,74**	-0,73**	0,98**	-0,28	-0,99**	1

*Diferencia al 5% de probabilidad

**Diferencia al 1% de probabilidad

Como se aprecia en la profundidad 0 a 20 cm, fueron encontradas correlaciones con alta significación entre el mayor por ciento de los elementos estudiados, exceptuando el Sodio que no tiene correlación con ninguno de ellos, así como ambos pH y la acidez que tampoco correlacionan con Sodio y Fósforo asimilable, al igual que con el Calcio. El Magnesio solamente mostró correlación con el Calcio y el Potasio asimilable, como tampoco se correlacionan Potasio, Magnesio y Sodio.

En la profundidad de 20 a 40 cm el comportamiento de la correlación es muy parecida a lo encontrado en los primeros 20 cm ya que el Sodio no correlaciona con ninguno de los demás elementos estudiados, los pH no establecen correlación además del Sodio con el Fósforo asimilable, mientras que la acidez no lo hace ni con Magnesio ni con Sodio y Fósforo y Potasio asimilables y el Calcio no lo hace con la acidez además del Sodio. De igual forma el Magnesio no correlaciona con el pH en agua y el Potasio cambiante solamente lo hace con el Magnesio y el Potasio asimilable; mientras que el Fósforo asimilable no establece correlación con la acidez y el Calcio además del Sodio.

Las probables causas del comportamiento anteriormente expuesto pueden ser:

- a) El método de determinación del pH en agua y en cloruro de potasio muestran tan fuerte relación que uno solo podría utilizarse con un mismo propósito.
- b) El antagonismo del calcio y el potasio con el magnesio podría explicar la fuerte correlación negativa encontrada.
- c) El aumento del calcio, el potasio y el fosforo asimilable, se relacionan positivamente y fuertemente entre si y coinciden con los elevados valores encontradas en el bosque.
- d) El aumento del pH y la disminución de la acidez hidrolítica fueron favorables para el fosforo asimilable, lo que coincide con ser el bosque el menos ácido y el de mayor contenido de fosforo asimilable. Igual resultado muestra el potasio cambiante.

En general la relación $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ intercambiable es muy alta en el bosque, aunque el contenido de magnesio es adecuado ($> 0.4\text{cmol}^{(+)}.\text{kg}$ de suelo), por lo que no se

presenta aun insuficiencia de magnesio, aunque debe ser objeto de atención en un futuro.

La relación entre el potasio y el magnesio no muestra un gran desequilibrio nutricional, pues los valores absolutos del magnesio superan decenas de veces su nivel crítico y los comparativos valores del contenido de potasio son insignificantes.

Excesivas aplicaciones de potasio pueden conducir a insuficiencia de magnesio en el pasto y provocar la tetania de la hierba en el ganado. Este elemento es imprescindible para que exista una adecuada actividad del sistema properdina en la sangre, compuesto que brinda protección y defensa a las células contra el cáncer (Voisin, 1961).

La reacción del suelo afecta en sus dos casos extremos al fosforo asimilable, en suelos alcalinos: del exceso de carbonatos, la salinidad y la sodicidad suelen ser los factores limitantes. Mientras que en suelos ácidos suele ser mayor la fijación del fósforo, menor la mineralización de la materia orgánica, aparece insuficiencia de bases como calcio y magnesio y valores tóxicos de aluminio que afectan el desarrollo del sistema radical, la absorción de nutrientes y agua y el rendimiento del cultivo (Arzola et al., 2013).

CONCLUSIONES.

1. A pesar de tratarse de un mismo tipo de suelo, se encontró diferencias en las propiedades edáficas en los tres usos de suelo en estudio.
2. En el bosque existió menor acidificación, mayor contenido de calcio y potasio cambiabile y de fosforo asimilable, lo que podría significar ahorro de fertilizantes fosfóricos y potásicos no disponibles en Cuba.
3. El suelo utilizado en cultivos varios, es el que presenta la mayor acidez, menor contenido de bases cambiabiles y de fosforo asimilable del suelo, lo que sugiere una mayor degradación que los que tienen otros usos.
4. En sentido general en ambas profundidades la correlación entre los índices químicos estudiados muestra similar comportamiento: la relación de la acidez el Fósforo y Potasio asimilables es alta con todos los elementos, exceptuando al Sodio.
5. El Calcio cambiabile no tiene relación alta con Sodio y Fósforo asimilable, mientras que el Mg^{2+} solamente la tiene con el Ca^{2+} y el K_2O y el Potasio cambiabile no tiene alta relación con Magnesio y Sodio.

RECOMENDACIONES.

1. Siempre que sea posible se deben ubicar los bosques, en suelos con mayores limitaciones en las propiedades químicas estudiadas principalmente (P y K), pues los fertilizantes fosfóricos y potásicos son muy caros y apenas existen yacimientos en el país.
2. En áreas de cultivos varios deben emplearse prácticas de manejo que contrarresten el deterioro de las propiedades químicas estudiadas, pues ha sido la variante donde generalmente estas más se han afectado.
3. Continuar estos estudios con el propósito de precisar más los fenómenos encontrados y el alcance de los resultados obtenidos.

Bibliografía.

- Aburto, F. (2002). Carta Mundial de los Suelos. Recuperado de http://agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/Felipe%20Aburto/TECNOLOGIA%20DE%20SUELOS_%20Carta%20Mundial%20de%20los%20suelos.htm. (Consultado: 20 de febrero del 2005).
- Alonso, I. & Carrobello, C. (2002). Una mirada hacia abajo. *Bohemia*, 13, 24-32.
- Altieri, M. (2001). Agroecología: Principios y estrategias desde las perspectivas cubanas. Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. Cuba.
- Arce, D. (2013). *Evaluación de la implementación de un manejo de mejoramiento y conservación de suelos en la finca "Guasimal"*. (Tesis de Grado), Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- Arzola, N.; Fundora, O; Mello, Renato. (2013). *Manejo de suelos para una agricultura sostenible*. Editorial Jaboticabal. Brasil. ISBN 978-85-61848-11-8.
- Astier, M. (2002). Hacia la recuperación de la vida en el suelo. *LEISA: Revista de Agroecología*, 18(3), 4-50.
- Azero M., Mendoza I. y Veizaga, M. (2016). Evaluación de la mejora de la calidad biológica de suelos con prácticas de barreras vivas en tres estudios de caso. Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO/GIZ). Cochabamba, Bolivia.
- Barrios, E. (2001). Calidad de recursos orgánicos, descomposición, disponibilidad de nutrientes y respuesta de los cultivos. Resúmenes del XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Varadero, Cuba.
- Bunch, R. (2008). El manejo del suelo vivo. *LEISA .Revista Agroecológica*, (35), (pp 5-6).
- Camellón, J. L. (2015). *Degradación del suelo*. Recuperado de: www.escambray.cu/tag.

- Castañeda, I. (2002). Caracterización de la flora y de la vegetación de la sección de bosque natural del Jardín Botánico de Cienfuegos, en Informe Final del Proyecto Territorial 6-03-06 "Comportamiento funcional y ecológico de un bosque de conservación en el jardín Botánico de Cienfuegos". Cienfuegos: CITMA.
- Condrón, L. y Cameron, K. (2000). A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 43(4), 443-446.
- Cuéllar I, M. et al. (2003). Caña de azúcar: Paradigma de sostenibilidad. La Habana, Cuba: Ed. PUBLINICA.
- De León & Campos. (2015). Impacto del SERFE 154-155. En: Pérez,H.; Santana,I.; Rodríguez,I.: Manejo Sostenible de Tierras en la Producción de Caña de Azúcar Tomo II Ediciones Utmach Segunda edición.
- Delgado, C. (2006). Bioética y Medio Ambiente. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
- Di Giacomo, R. (2003). Discurso de Apertura, Conferencia Central y Relato de panelistas en la Conferencia del Día Nacional de la Conservación del Suelo el 7 de julio del 2003 Recuperado de C: /Documents and Settings/esc200113.CSD/Escritorio/INTA- Instituto de Suelos Noticias. Htm Año Internacional del Agua Dulce.
- Domínguez, T. (2012). El Jardín Botánico de Cienfuegos: Una propuesta estratégica para el enfoque de sinergismos agroecológicos con el municipio Cienfuegos. (Tesis de maestría). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- Do Prado, L. & Da Veiga, M. (2004). Erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Relación entre erosión y pérdida de fertilidad del suelo. Recuperado de http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url/_file=/docrep/f2351506.htm.
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de Suelos*. Roma: FAO.

- Fernández, G. (2015). *Son productivos los suelos en Cuba*. Recuperado de oncubamagazine.com/ciencia/son-productivos-los-suelos-en-cuba/ facebooktwittergoogle +email.
- Ferreira, E.et. al. (2011). Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15 (7): 695–701.
- Font L. et.al. (2014). Estimación de la calidad del suelo: criterios físicos, químicos y biológicos. *Agrotecnia de Cuba*, (37), 13-22.
- Funes –Monzote et. al. (2008). Fertilidad del suelo a largo plazo en sistemas biointensivos .LEISA .*Revista agroecológica* .35, 9-11.
- Fuentes y Águila. (2016). Propuesta de manejo agroecológico en la finca ganadera “San Juan” del municipio Cienfuegos. *Agroecosistema*, (4), 12.
- Frías, L. (2015). *Degradación de suelos amenaza para el mundo*. La Habana, Cuba: Gaceta oficial de la República de Cuba.
- García, Y., Ramírez ,W. y Sánchez ,S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. INTA. *Pastos y Forrajes*, 35 (2), 138.
- González, E. N. et.al. (2014). Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo de cuatro sistemas de cultivos de una finca del Macizo Guamuhaya. *Centro Agrícola*, 41(2): 45-51.
- Hernández, A. et al. (2015). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos.
- Hernández, A. et. al. (2014). *Degradación de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la “Llanura Roja de La Habana” por el cultivo continuado. Algunos resultados sobre su mejoramiento*. Mayabeque, Cuba: INCA.

- Hernández, E. (2005). Caracterización de la Sostenibilidad de los Agroecosistemas del municipio Rodas. Cienfuegos.(Tesis de Maestría). Universidad de La Habana, La Habana.
- Hernández, A. (2004). Impactos de los cambios globales en los suelos de las regiones secas. *Agricultura Orgánica*, (2): 9.
- Hernández et al. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos.
- Hernández et al. (1995). Manual para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos.
- Huerta, H.E. (2010). Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de San Joaquín, y su relación con el crecimiento bacteriano. (Trabajo de diploma). Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- INICA. (2014). Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar.
- Instituto de Suelos. (2010). *Instrucciones Metodológicas para el trabajo de Suelos en los Polígonos Demostrativos*. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos.
- Instituto de Suelos. (2004). *Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelo*. La Habana, Cuba: AGRINFOR.
- I Instituto de Suelos. (1988). Génesis y Clasificación de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Editorial CITMA.
- Leguía, H. et.al.(2008). Recuperación de suelos: prácticas agroecológicas en sistemas agrícolas extensivos de Córdoba, Argentina. *LEISA .Revista agroecológica*,35: 19.
- Mesa et al. (1992). Características *Edafológicas de Cuba según el mapa a escala 1: 50 000*. La Habana, Cuba: Editorial Científico Técnica.
- Mesa, A. y Naranjo, M. (1984). Manual de interpretación de los suelos. La Habana, Cuba: Editorial Científico Técnica.

- MINAG. (1982). Manual de Interpretación de los índices Físico-químicos y Morfológicos de los Suelos cubanos. La Habana, Cuba: Editorial Científico Técnica.
- Muñiz, O. (2015). *Por-revertir-la-degradacion-de-los-suelos-en-cuba*. Recuperado de: www.granma.cu/cuba/.../.
- Orellana, R. (2001). La conservación del suelo. Requisito fundamental para mantener la diversidad de plantas cultivadas. *Revista Agricultura Orgánica*, 7 (1);1028-2130.
- Palm, C.; Swift, M. y Barrios, I. (2001). Un enfoque integrado para el manejo biológico de los suelos. En INCA (Ed) *XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo*. La Habana, Cuba: INCA.
- Parr, J.F.; Papendick, R.I. y Youngberg, I.G. (1983). Organic farming in the United States: principles and perspectives. *Agro-Ecosystems*, 8, 183-201.
- Porta Casanella, J.; Reguerín, M.L.A. y Roquero De Laburo, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid, España: Ediciones Mundo-Prensa.
- Pulleman, M., Hellin, J., Flores, V. D. y Lopez, W. (2008). Calidad del Suelo y rentabilidad de una finca: una situación que todos ganan LEISA. *Revista Agroecológica*, 35, 13-16.
- Riverol, M. (2007). Informe Instituto Nacional de Suelo.
- Rodríguez, G. (2013) Carta dirigida a los trabajadores del sistema de la agricultura. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos.
- Socarrás, A. & Izquierdo, I. (2014). Evaluación de sistemas agroecológicos mediante indicadores biológicos de la calidad del suelo: mesofauna edáfica. *Pastos y Forrajes*, 37 (1): 47-54.
- Stella, M. (2009). Efecto de la siembra directa sobre la macrofauna del suelo. Recuperado de: <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-30.pdf>

- Tamayo, R. (2005). Suplemento Científico Técnico. Recuperado de http://www.jrebelde.cubaweb.cu/secciones/en-red/marzo13-2005/el_suelo.htm.
- Urquiza, N. (2005) Agroproductividad de los Suelos. Recuperado de <http://www.google.com/search?q=cache:cg1pNj5ShicJ:www.medioambiente.cu/deselac/downloads/Compendio%2520Manejo%2520Sostenible%2520de%2520suelos.pdf.2>
- Urquiza, N. et al, (2011). Manejo sostenible de los Suelos. Recuperado de <http://www.medioambiente.cu/deselac/downloads/compendio>.
- Vandermeer, J. (2011). *The Ecology Agroecosystem*. Massachussets, USA :Jones and Barlett Publishers.
- Vallejo, V. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia Forestal*, 16 (1): 83 – 99.
- Voisin, A. (1961). Suelo, hierba y cáncer. Madrid, España: Editorial Tecnos, S.A.

Anexos: No.1 Perfiles de suelos estudiados.

[illegible]

Estructura										COLOR										COSTA SUPERIORES										ACTIV. BARRAS RAJES										FOROSIDAD										PROP. MECANICAS										DISCONTINUIDAD									
1. MATERIAL 2. TIPO DE ESTRUCTURA 3. TIPO DE ESTRUCTURA 4. TIPO DE ESTRUCTURA 5. TIPO DE ESTRUCTURA 6. TIPO DE ESTRUCTURA 7. TIPO DE ESTRUCTURA 8. TIPO DE ESTRUCTURA 9. TIPO DE ESTRUCTURA 10. TIPO DE ESTRUCTURA										1. COLOR 2. COLOR 3. COLOR 4. COLOR 5. COLOR 6. COLOR 7. COLOR 8. COLOR 9. COLOR 10. COLOR										1. COSTA SUPERIORES 2. COSTA SUPERIORES 3. COSTA SUPERIORES 4. COSTA SUPERIORES 5. COSTA SUPERIORES 6. COSTA SUPERIORES 7. COSTA SUPERIORES 8. COSTA SUPERIORES 9. COSTA SUPERIORES 10. COSTA SUPERIORES										1. ACTIV. BARRAS RAJES 2. ACTIV. BARRAS RAJES 3. ACTIV. BARRAS RAJES 4. ACTIV. BARRAS RAJES 5. ACTIV. BARRAS RAJES 6. ACTIV. BARRAS RAJES 7. ACTIV. BARRAS RAJES 8. ACTIV. BARRAS RAJES 9. ACTIV. BARRAS RAJES 10. ACTIV. BARRAS RAJES										1. FOROSIDAD 2. FOROSIDAD 3. FOROSIDAD 4. FOROSIDAD 5. FOROSIDAD 6. FOROSIDAD 7. FOROSIDAD 8. FOROSIDAD 9. FOROSIDAD 10. FOROSIDAD										1. PROP. MECANICAS 2. PROP. MECANICAS 3. PROP. MECANICAS 4. PROP. MECANICAS 5. PROP. MECANICAS 6. PROP. MECANICAS 7. PROP. MECANICAS 8. PROP. MECANICAS 9. PROP. MECANICAS 10. PROP. MECANICAS										1. DISCONTINUIDAD 2. DISCONTINUIDAD 3. DISCONTINUIDAD 4. DISCONTINUIDAD 5. DISCONTINUIDAD 6. DISCONTINUIDAD 7. DISCONTINUIDAD 8. DISCONTINUIDAD 9. DISCONTINUIDAD 10. DISCONTINUIDAD									

Anexos: No.1 Continuación

INFORMACION GENERAL DEL PERFIL

PAISAJE GENERAL

POSICION FISIOGRAFICA Alameda InteriorFORMA DEL TERRENO CIRCUNDAnte liguero, luvado FORMACION GEOLOGICA HIERBA Grasa VEGETACION NATURAL Grifa yubraol/la, luvadoAGRICULTURA TRADICIONAL Grasa Natural CULTIVOS ASOCIADOS ESTADO FISICO DE LOS CULTIVOS Buena

SITUACION LOCAL

PENDIENTE MAXIMA 40 % MINIMA 2-1 % PREDOMINANTE 3-0 %EXPOSICION DE LA PENDIENTE N.S EROSION MICRORELIEVE lano ALTITUD EN M LIMITANTES SUPERFICIALES Piedras, Arboles

ESTADO HIDRICO DEL SUELO

DRENAJE SUPERFICIAL Buena INTERNO Buena GENERAL BuenaNIVEL FREATICO EN M CALIDAD DELAS AGUAS BuenaHUMEDAD GENERAL DEL PERFIL Humedad DIA LUVOSO DIA NUBLADO DIA CLARO X

ROCA MADRE O FORMADORA

I X II X III

CONCLUSIONES

INTERPRETACION MORFOLOGICA DEL PERFIL (CARACTERISTICO GENERAL)

Suelo de color pardo oscuro profundo, con rocas (tal) y la profundidad, abundante, contenido de H₂O, en algunos puntos alto contenido de NO₂S

INTERPRETACION AGRONOMA (APTITUD PARA LOS CULTIVOS Y RECOMENDACIONES)

Asa para especie forestales: Arqueol, o no esgru-

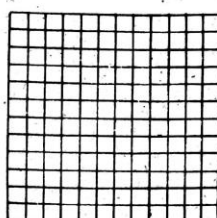
SUELOS Y FERTILIZANTES

PROVINCIA Ciudad BolívarEMPRESA Industria BotánicaMUNICIPIO Ciudad BolívarNOVA CARTOGRAFICA RebajaN° FOTO N° LINEA DE VUELO FECHA 20/11/16AUTOR D. Guillot, M. Fuentes, C.

ESQUEMAS DEL PERFIL

TOMA DE MUESTRAS

CRONOS DE SITUACION

PROF. EFECTIVA 59 cm
CANT. DE MUESTRAS TOMADAS $X_{A3+2} = \frac{P_{A3+2}}{n_{A3+2}} = \frac{59}{4}$
 0.475

CLASIFICACION

AGRUPIAMIENTO GradoSUB-TIPO TibicoGENERO Grasa luvada, netaESPECIE Grasa luvada, netaTIPO Suelo con tubulosVARIANTE Grasa luvada, netaVARIANTE Grasa luvada, netaVARIANTE Grasa luvada, neta

Anexos: No.1 Continuación

Anexos: No.1 Continuación

[illegible]

Anexo 2. Composición de la vegetación en el área estudiada del ecosistema.

No.	Géneros	Familias	Especies
1	<i>Adelia ricinella</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>	9
	<i>Argythamnia candicans</i> Sw. var. <i>candicans</i>		
	<i>Ateramnus lucidus</i> (Sw.) Rothm.		
	<i>Croton lobatus</i> L. (Frailecillo cimarrón)		
	<i>Croton lucidus</i> L.		
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L. (Hierba lechosa)		
	<i>Platygyne hexandra</i> (Jacq.) Muell. Arg.		
	<i>Savia sessiliflora</i> (Sw.) Willd.		
2	<i>Tragia volubilis</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	8
	<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb. (Hierba de toro)		
	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) DC.		
	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.		
	<i>Genipa americana</i> L.		
	<i>Hamelia patens</i> Jacq.		
	<i>Morinda royoc</i> L.		
	<i>Psychotria androsaemifolia</i> Griseb.		
3	<i>Psychotria horyzontalis</i> Sw.	<i>Fabaceae</i>	7
	<i>Abrus precatorius</i> L.		
	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.		
	<i>Desmodium canum</i> (Gmel.) Schinz. (Amor seco)		
	<i>Geoffreea inermis</i> W. Wright		
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Griseb.		
	<i>Lonchocarpus domingensis</i> (Pers.) DC.		
	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) D.C. (Pica pica)		
4	<i>Bastardia bivalvis</i> (Cav.) Kunth.	<i>Malvaceae</i>	7
	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq. (Pelo de buey)		
	<i>Malachra capitata</i> L. (Malva mulata)		
	<i>Sida acuta</i> Burm. fil. (malva de caballo)		
	<i>Sida rhombifolia</i> L. (Malva de cochino)		
	<i>Sida urens</i> L.		
	<i>Urena lobata</i> L. (Malva blanca/ Guizazo)		
	<i>Ichnanthus mayarensis</i> (Wright) Hitch.		

Anexo 2 Continuación.

No.	Géneros	Familias	Especies
5	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc. <i>Lasiacis sloanei</i> (Griseb.) Hitchc. <i>Litchane pauciflora</i> Sw. <i>Panicum maximum</i> Jacq. (Yerba de Guinea) <i>Pharus glaber</i> H.B.K. <i>Cupania americana</i> L. <i>Cupania glabra</i> Sw.	Poaceae	6
6	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq. <i>Paulinia fuscescens</i> H.B.K. <i>Serjania atrolineata</i> Sw. ex Wr. <i>Serjania diversifolia</i> (Jacq.) Radlk. <i>Bouyeria succulenta</i> Jacq. var. <i>succulenta</i> <i>Gerascanthus collococcus</i> (L.) Borhidi	Sapindaceae	6
7	<i>Gerascanthus gerascanthoides</i> (HBK.) Borhidi <i>Varronia globosa</i> ssp. <i>Humilis</i> (Jacq.) Borhidi <i>Tournefortia hirsutissima</i> L. <i>Achyranthes aspera</i> var. <i>indica</i> L. (Rabo de gato)	Boraginaceae	5
8	<i>Althernantera paronychoides</i> ST. Hil. <i>Amaranthus viridis</i> L. (Bledo manso) <i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) H.B.K. <i>Gomphrena decumbens</i> Jacq. <i>Hohenbergia penduliflora</i> (A. Rich.) Mez <i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	Amaranthaceae	5
9	<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw. <i>Tillandsia recurvata</i> L. <i>Tillandsia usneoides</i> L.	Bromeliaceae	5

Anexo 3



Ecosistema (Bosque)



Agroecosistema (Silvopastoreo)



Agroecosistema (Cultivos Varios)

Anexo 3. Resultados de los análisis químicos de Laboratorio

ENCARGO JARDÍN BOTÁNICO DE CIENFUEGOS

<u>Muestras</u>	<u>parcela</u>	<u>trat</u>	<u>fecha</u>	<u>Prof.</u>	<u>meqCa/100g</u>	<u>meqMg/100g</u>
<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>27,236</u>	<u>10,461</u>
<u>2</u>	<u>2</u>	<u>1B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>57,547</u>	<u>6,398</u>
<u>3</u>	<u>3</u>	<u>1B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>28,618</u>	<u>10,041</u>
<u>4</u>	<u>4</u>	<u>1B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>53,583</u>	<u>5,51</u>
<u>5</u>	<u>5</u>	<u>1CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>34,533</u>	<u>9,174</u>
<u>6</u>	<u>6</u>	<u>1CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>34,122</u>	<u>8,651</u>
<u>7</u>	<u>7</u>	<u>2B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>50,389</u>	<u>4,576</u>
<u>8</u>	<u>8</u>	<u>2B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>75,162</u>	<u>6,25</u>
<u>9</u>	<u>9</u>	<u>2CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>32,263</u>	<u>12,007</u>
<u>10</u>	<u>10</u>	<u>2CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>30,087</u>	<u>11,797</u>
<u>11</u>	<u>11</u>	<u>2P</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>24,815</u>	<u>8,326</u>
<u>12</u>	<u>12</u>	<u>2P</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>24,244</u>	<u>9,021</u>
<u>13</u>	<u>13</u>	<u>3B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>43,852</u>	<u>5,132</u>
<u>14</u>	<u>14</u>	<u>3B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>56,682</u>	<u>5,913</u>
<u>15</u>	<u>15</u>	<u>3CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>28,036</u>	<u>10,97</u>
<u>16</u>	<u>16</u>	<u>3CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>30,389</u>	<u>11,768</u>
<u>17</u>	<u>17</u>	<u>3P</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>25,644</u>	<u>9,104</u>
<u>18</u>	<u>18</u>	<u>3P</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>26,322</u>	<u>9,042</u>
<u>19</u>	<u>19</u>	<u>4B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>49,084</u>	<u>6,55</u>
<u>20</u>	<u>20</u>	<u>4B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>24,324</u>	<u>9,494</u>
<u>21</u>	<u>21</u>	<u>4B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>35,267</u>	<u>3,643</u>
<u>22</u>	<u>22</u>	<u>4B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>16,664</u>	<u>7,208</u>
<u>23</u>	<u>23</u>	<u>4CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>21,849</u>	<u>9,72</u>
<u>24</u>	<u>24</u>	<u>4CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>24,686</u>	<u>11,464</u>
<u>25</u>	<u>25</u>	<u>5B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>54,686</u>	<u>5,802</u>
<u>26</u>	<u>26</u>	<u>5B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>30,589</u>	<u>7,858</u>
<u>27</u>	<u>27</u>	<u>5B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>53,216</u>	<u>4,803</u>
<u>28</u>	<u>28</u>	<u>5B</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>32,016</u>	<u>9,507</u>
<u>29</u>	<u>29</u>	<u>5CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>0-20</u>	<u>20,636</u>	<u>12,743</u>
<u>30</u>	<u>30</u>	<u>5CV</u>	<u>19-Apr-16</u>	<u>20-40</u>	<u>19,032</u>	<u>10,127</u>

Clave	Parcela	Trat	Fecha	Prof	p ₂ O ₅	k ₂ O	ph	Ph h ₂ O	mo	na	k	ach
Cfgo.JB	1	1B	19-Apr-16	0-20	10,46	13,97	5,1	6,5	2,45	0,19	0,3	3,72
Cfgo.JB	2	1B	19-Apr-16	0-20	11,7	17,14	6,3	7	4,3	0,13	0,49	1,97
Cfgo.JB	3	1B	19-Apr-16	20-40	9,99	10,48	5,1	6,3	2,45	0,23	0,24	4,37
Cfgo.JB	4	1B	19-Apr-16	20-40	13,26	16,78	6,3	6,9	4,48	0,14	0,47	1,97
Cfgo.JB	5	1CV	19-Apr-16	0-20	5,95	12,92	4,8	5,9	2,5	0,14	0,33	4,37
Cfgo.JB	6	1CV	19-Apr-16	20-40	5,02	11,52	4,7	5,8	1,95	0,15	0,24	5,03
Cfgo.JB	7	2B	19-Apr-16	0-20	25,23	19,61	6,7	7,2	5,09	0,15	0,56	0
Cfgo.JB	8	2B	19-Apr-16	20-40	27,57	16,43	6,6	7,3	4,16	0,16	0,44	0
Cfgo.JB	9	2CV	19-Apr-16	0-20	4,2	12,92	4,5	5,8	2,5	0,13	0,27	5,03
Cfgo.JB	10	2CV	19-Apr-16	20-40	3,73	9,44	4,6	5,8	1,98	0,17	0,2	4,15
Cfgo.JB	11	2P	19-Apr-16	0-20	5,64	10,83	4,8	5,8	2,39	0,16	0,23	4,81
Cfgo.JB	12	2P	19-Apr-16	20-40	8,05	10,48	4,5	5,7	2,43	0,16	0,23	5,03
Cfgo.JB	13	3B	19-Apr-16	0-20	32,74	17,49	6,1	6,8	2,98	0,13	0,47	2,4
Cfgo.JB	14	3B	19-Apr-16	20-40	40,67	22,81	6,4	6,9	4,59	0,12	0,63	1,97
Cfgo.JB	15	3CV	19-Apr-16	0-20	3,23	9,09	4,5	5,8	2,61	0,12	0,19	5,03
Cfgo.JB	16	3CV	19-Apr-16	20-40	2,41	6,68	4,4	5,7	2,41	0,16	0,13	4,81
Cfgo.JB	17	3P	19-Apr-16	0-20	14,31	10,48	4,5	5,4	2,54	0,14	0,22	5,03
Cfgo.JB	18	3P	19-Apr-16	20-40	25,74	9,09	4,6	5,8	2,13	0,21	0,19	3,93
Cfgo.JB	19	4B	19-Apr-16	0-20	29,7	17,49	5,9	6,6	4,48	0,1	0,49	2,4
Cfgo.JB	20	4B	19-Apr-16	0-20	3,27	10,83	4,4	5,5	3,54	0,14	0,24	5,25
Cfgo.JB	21	4B	19-Apr-16	20-40	19,48	14,32	5,6	6,4	2,34	0,15	0,4	2,62
Cfgo.JB	22	4B	19-Apr-16	20-40	2,06	9,78	4,3	5,5	2,11	0,13	0,22	5,68
Cfgo.JB	23	4CV	19-Apr-16	0-20	4,16	9,78	4,5	5,6	1,86	0,09	0,22	4,59
Cfgo.JB	24	4CV	19-Apr-16	20-40	4,63	6,34	4,7	6	1,95	0,16	0,13	5,03
Cfgo.JB	25	5B	19-Apr-16	0-20	35,07	26,37	6,6	7,2	4,29	0,12	0,66	0
Cfgo.JB	26	5B	19-Apr-16	0-20	10,96	11,87	5,8	6,5	2,55	0,14	0,25	2,84
Cfgo.JB	27	5B	19-Apr-16	20-40	32,04	23,52	6,6	7,2	4,09	0,13	0,58	0
Cfgo.JB	28	5B	19-Apr-16	20-40	10,46	11,18	6	6,7	2,5	0,17	0,24	1,97
Cfgo.JB	29	5CV	19-Apr-16	0-20	4,67	6,68	4,5	5,9	2,21	0,13	0,14	4,59
Cfgo.JB	30	5CV	19-Apr-16	20-40	3,19	7,71	4,4	5,6	1,84	0,12	0,17	5,03